

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**МАМАЙКІН ОЛЕКСАНДР РЮРІКОВИЧ**



УДК 622.272.8:658.012

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ  
АНТРАЦИТОВИХ ШАХТ ДЛЯ ЇХ АДАПТАЦІЇ ДО ІННОВАЦІЙ**

Спеціальність: 05.15.02 – «Підземна розробка родовищ  
корисних копалин»

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (м. Дніпропетровськ).

**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України  
(м. Дніпропетровськ)

**БОНДАРЕНКО**  
**Володимир**  
**Ілліч**

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри розробки родовищ корисних копалин Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» Міністерства освіти і науки України

**КАСЬЯН**  
**Микола**  
**Миколайович**

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу вібропневмотранспортних систем Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України  
(м. Дніпропетровськ)

**РЯБЦЕВ**  
**Олег**  
**Вікторович**

Захист відбудеться «30» жовтня 2014 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03 із захисту дисертацій при Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України за адресою: 49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, тел. (0562) 47-24-11.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» Міністерства освіти і науки України (49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19).

Автореферат розісланий «29» вересня 2014 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради Д 08.080.03  
кандидат технічних наук, доцент



В.І. Тимошук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Згідно нових концепцій розвитку України щодо євроінтеграції, основним завданням збереження потужнісного потенціалу шахтного фонду України є створення наукових основ і механізмів стимулювання підтримки потужності шахт для адресного державного і недержавного інвестування. Головна мета трансформації шахт до ринкових умов і змінного попиту на вугілля – адаптація технологічних схем і топологічних мереж шахт до інновацій. Інноваційні схеми відпрацювання шахтних полів необхідно розглядати як комплекс, який об'єднує в собі нові знання в системі управління продуктивними потоками шахт (вугілля, порода, шахтна вода, метан).

Саме зараз технічні аспекти календарного планування розвитку гірничих робіт набувають особливого значення, бо в розумному поєднанні параметрів технологічних схем шахт закладена ефективність вуглевидобутку. Одним із шляхів створення такого механізму є використання категорії технічно граничних параметрів (гранична глибина, межі по кондиціях, ліміти по посуванню і т.д.). Практично необхідно скоротити дотування і ліміти виробничих ресурсів на обсяги видобутку та собівартість вугілля. Основною умовою формування такого підходу є не тільки перерозподіл досить обмежених технічних ресурсів в інтересах перспективних шахт, але і залучення до відпрацювання всіх видів економічних запасів на принципах корпоративності для збереження потужнісного потенціалу підприємств в масштабах вугледобувного регіону.

Одним із проявів зазначеної складності є відсутність системності в управлінні запасами, метаноповітряними потоками, викидами шахтної води та породними відходами шахт і фабрик. Саме тому вирішення теоретичних і практичних завдань кількісної оцінки стану технологічних схем вугільних шахт, як природно-технологіко-економічних систем, з метою підвищення їх інноваційного рівня, обґрунтування пріоритетності підтримки пропускну здатності окремих технологічних ланок, є безсумнівно актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до Стратегії розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року («Вугільна промисловість»), Програми «Українське вугілля», затвердженої постановою Кабінету міністрів України (№1205 від 19 вересня 2001 р.) і планів держбюджетних робіт ДВНЗ «Національний гірничий університет»: тема ГП-410 «Геомеханічне обґрунтування підземної технології інтенсивного видобутку вугілля з урахуванням особливості геологічного середовища» (№ держреєстрації 0108U000541), тема ГП-440 «Фізико-технологічні основи енергозберігаючої технології підземної розробки тонких та вельми тонких вугільних пластів» (№ держреєстрації 0111U002810).

**Мета досліджень** – обґрунтування параметрів технологічних схем антрацитових шахт та рівня їх адаптації до інновацій, що дозволяє керувати процесами збереження потужності шахт.

Для досягнення поставленої мети сформульовані та вирішені наступні задачі:

1. Кількісно оцінити стан шахти з позицій мінімізації деградаційного впливу на інноваційний потенціал підприємства.
2. Розробити аналітичні рішення до багатокритеріальної оцінки рівня внут-

рішніх складових технологічних схем шахт для управління процесами збереження потужності.

3. Розробити систему оціночних параметрів за характеристикою виживаності шахти та оцінки доцільності відпрацювання складних ділянок у межах шахтного поля.

4. Розробити основи паспортизації технологічних схем вугільних шахт в контексті оцінки основних показників роботи, які мають найбільший вплив на виробничі показники.

5. Виконати розрахунки потенціалу технологічних схем групи антрацитових шахт.

*Ідея роботи* – зіставлення умов залягання запасів, що залишилися, і набору параметрів, що характеризують їх відпрацювання для кількісної оцінки чутливості технологічної схеми до інновацій.

*Об'єкт досліджень* – критерії ефективності технологічних схем антрацитових шахт.

*Предмет досліджень* – параметри технологічних схем антрацитових шахт, що адаптуються до інновацій.

*Методи досліджень.* Для вирішення поставлених задач використані: аналіз і узагальнення результатів досліджень основних показників роботи шахт, методи багатокритеріального аналізу для проведення аналізу існуючих методик комплексної оцінки стану шахти, методи економіко-математичного моделювання, методи кореляційно-регресійного аналізу для вибору комплексних показників, які характеризують потужнісний потенціал вугледобувних підприємств.

#### **Наукові положення, що виносяться на захист:**

1. Технологічні схеми видобутку і переробки вугілля характеризуються співвідношеннями між потоками ресурсів на вході та потоками вугілля, породи, рудникового газу та води на виході системи й описуються комплексним показником ефективності роботи шахти у межах 0,03 – 0,95.

2. Характеристика технологічної схеми мережі шахти  $M_i = (I_i + O_i + R_i) \cdot E_i$  будується шляхом об'єднання на мультиплікативній основі показників надійності ( $R_i$ ), інноваційної активності ( $I_i$ ) та ступеня використання технологічних ресурсів ( $O_i$ ), які враховують рівень концентрації гірничих робіт й параметри організації виробництва ( $E_i$ ).

**Обґрунтованість і вірогідність** наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується: аналізом результатів численних даних параметрів технологічних схем; розв'язанням задач із використанням засобів критеріального аналізу, кореляційно-регресійного аналізу, математичної статистики та економіко-математичного моделювання, порівняльного аналізу з нормативними документами й результатами існуючих досліджень процесів адаптації шахт до інновацій, дотриманням принципів адекватності економіко-математичних моделей до реальних умов діючих шахт.

**Наукове значення роботи** полягає: в обґрунтуванні кількісної оцінки параметрів технологічних схем антрацитових шахт на основі врахування впливу продуктивних потоків на інноваційну привабливість підприємств, що дозволяє виявити природу складних взаємозв'язків між основними виробничими ресурсами і розкрити внутрішні резерви інновацій.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

1. Розроблена методика паспортизації технологічних схем антрацитових шахт, яка базується на розмежуванні та впорядкуванні впливу на надійність підприємства окремих продуктивних потоків, від параметрів яких залежить інноваційна привабливість підприємств зі збереженням їх потужнісного потенціалу.

2. Вперше розроблено аналітичний апарат до багатокритеріальної оцінки взаємовпливу внутрішніх складових технологічних схем шахт для збереження їх потужності.

3. Вперше встановлено залежності щодо оцінки доцільності відпрацювання складних ділянок шахтного поля й врахування стохастичного характеру параметрів, які визначають рівень надійності технологічних схем шахт.

4. Розроблена методика оцінки якості технологічних ресурсів шахт з паралельним аналізом моделей, що чутливі до традиційно обумовлених показників.

### **Практичне значення роботи** полягає в наступному:

– у розробці теоретичних та методологічних рекомендацій, що стосуються паспортизації технологічних схем вугільних шахт, їх використанні при перспективному календарному плануванні розвитку гірничих робіт та плануванні інвестиційної політики підтримки потужності підприємств;

– у розробці методики кількісної оцінки параметрів технологічних схем при плануванні розвитку гірничих робіт антрацитових шахт.

**Реалізація результатів роботи.** Основні положення роботи використані в наступній галузевій нормативній і технічній документації: «Технологічний регламент кріплення й охорони виїмкових виробок на пологих пластах Донбасу» (затверджений Міністерством енергетики і вугільної промисловості України, 2012); методика кількісної оцінки параметрів технологічних схем при плануванні розвитку гірничих робіт антрацитових шахт і розробці документації на її впровадження.

**Особистий внесок автора** полягає у формулюванні мети й задач досліджень, ідеї роботи, наукових положень, висновків і рекомендацій; у розробці методики кількісної оцінки стану технологічних схем відпрацювання запасів, що характеризує внутрішню структуру шахти як природно-технологічно-економічну систему, шляхом визначення міри зв'язків між різними показниками цієї системи; моделюванні параметрів вугільних шахт і визначення тіншової оцінки параметрів.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення дисертації доповідалися й схвалені на міжнародних науково-практичних конференціях: «Школа підземної розробки» (Дніпропетровськ, 2007, 2009, 2010, 2011); «Форум гірників» (Дніпропетровськ, 2007, 2008, 2011); Szkoła Eksploatacji Podziemnej (Krakow, Poland, 2010); на науково-методичних семінарах кафедри підземної розробки родовищ Державного ВНЗ «НГУ» (Дніпропетровськ, 2003 – 2013); на технічних радах ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», ТОВ «ДТЕК Свердловантрацит» (2006 – 2013).

**Публікації.** Основні наукові положення і результати дисертаційної роботи викладено в 13 статтях, опублікованих у фахових виданнях, патенті на винахід, 9 публікаціях у матеріалах конференцій та технологічному регламенті.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків і переліку використаних джерел із 135 найменувань на 12 сторінках; містить 173 сторінки машинописного тексту, 19 рисунків, 25 таблиць і додаток на 13 сторінках; загальний обсяг роботи – 199 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність вибраної теми досліджень, розглянуто зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету, ідею та завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладено основні наукові положення, наукову новизну та значення отриманих результатів, наведено інформацію про особистий внесок здобувача, апробацію результатів та структуру роботи.

У першому розділі охарактеризовані структура і стан шахтного фонду вугільної галузі та, зокрема, особливості видобування вугілля на збиткових шахтах державної форми власності. Показано, що подальше нарощування видобутку вугілля в Донбасі при зростаючій збитковості спричиняє вирішальний вплив на стан економіки в державі та наростаюче екологічне навантаження на навколишнє середовище. Це викликано дією природних та індустріальних чинників, причому першорядне значення мають гірничо-геологічні умови та стан шахтного фонду. Через те, що поступово відпрацьовуються ділянки з відносно більш сприятливими умовами, то через 10 – 15 років шахти будуть змушені (якщо вони збережуться) перейти до відпрацювання ділянок з більш складними гірничо-геологічними умовами.

Питання, пов'язані з підтримкою потужності шахт, оптимізацією техніко-економічних параметрів, підвищенням надійності технологічних схем привертала увагу цілої низки дослідників, серед них такі, як О.С. Астахов, В.І. Бондаренко, А.С. Бурчаков, Б.М. Воробйов, Ю.Б. Грядущий, В.Г. Ільяшенко, М.М. Касьян, О.В. Колоколов, О.М. Кузьменко, А.Т. Курносів, В.М. Кухарев, В.І. Саллі, К.Ф. Сапицький, О.В. Рябцев та ін.

Разом з тим, до теперішнього часу не доопрацьований механізм взаємовідношення вхідних і вихідних параметрів шахт із значними термінами служби, тому нинішня політика збереження потенціалу вугільної промисловості України може призвести до дострокового закриття великої групи збиткових антрацитових шахт. Принципова постановка питання полягає в тому, що стосовно до регіону з досить зношеним шахтним фондом і наявністю значних обсягів техногенних відходів розглядаються дві альтернативи. Одна із них передбачає розгортання широкомасштабних робіт з переробки відходів шахт і збагачувальних фабрик, а друга – продовження роботи групи збиткових шахт, для яких розглядається можливість закриття. Тобто, дослідження стану технологічної мережі конкретної шахти повинно відбуватися в рамках структурно-динамічної теорії.

Для визначення внутрішнього потенціалу технологічної мережі в роботі були розглянуті основні факторні ознаки, які можуть визначати формування технічного потенціалу топологічної мережі шахти, як інтегральної оцінки потенціалу шахти в частині інновацій. Запропонована відповідна аналітична залежність для багатокритеріальної задачі з чотирма критеріями, яка зведена до однокритеріальної з функцією цілі (1)

$$k_k = -\alpha L + \beta P + \gamma V - \mu S \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $k_k$  – зведений показник внутрішнього потенціалу технологічної схеми;  $L$  – параметр, що характеризує протяжність гірничих виробок і довжину очисної

лінії;  $P$  – продуктивність праці робітника з видобутку, т/міс.;  $V$  – річне посування очисної лінії, м;  $S$  – собівартість видобутку 1т вугілля, грн.

Оскільки формування технічного потенціалу технологічної мережі шахти описується рівнянням (1), то очевидно, що досягнення її максимальної величини залежить, насамперед, від співвідношення величин  $L$ ,  $P$ ,  $V$  і  $S$ . Крім того, слід враховувати той факт, що максимізація показника «технічний потенціал» досягається в умовах обмеження потужності за чинником вентиляції та щільністю продуктивних потоків відповідно. Отже, завдання максимізації параметра  $k_k$ , що є основним вимірником потенціалу технологічної схеми шахти, зводиться до пошуку компромісу між величинами чотирьох основних факторів (1).

Усі головні параметри, які визначають рівень ефективності технологічної схеми шахти, згруповані за відповідними критеріями оптимальності (табл.1). Максимізація обсягів видобутку найбільшою мірою відповідає меті виробництва за умови дотримання всіх необхідних обмежень, пов'язаних з ресурсами, умовами роботи й якістю рядового вугілля. Даний критерій не може бути використаним лише при обмеженні потужності суміжних ланок.

Таблиця 1 – Характеристики ефективності технологічної схеми шахти

Показник	Форма критерію	Форма обмежень
Чисельність робітників, люд.	$M \rightarrow \min$	$0 \leq M \leq M_{max}$
Кількість гірничої техніки	$N \rightarrow \min$	$1 \leq N \leq N_{max}$
Обсяг матеріальних ресурсів, грн	$A \rightarrow \min$	$A_{min} \leq A \leq A_{max}$
Час роботи, год	$T \rightarrow \min$ $T/T_{nl} \rightarrow 1$	$0 \leq T \leq T_{max}$
Обсяг видобутого вугілля, т	$Q_m \rightarrow \min$ $Q_m/Q_{nl} \rightarrow 1$	$Q_{min} \leq Q_m \leq Q_{max}$
Зольність рядового вугілля, %	$\alpha \rightarrow \min$ $\alpha_s \rightarrow \min$	$\alpha_{min} \leq M \leq \alpha_{max}$
Витрати на 1т, грн	$S \rightarrow \min$	$S_{min} \leq S \leq S_{max}$
Безпека праці і зручність роботи людей	$\Sigma R_m / \Sigma R_0 \rightarrow 1$	$M_m / M_0 = 1$ $\Sigma R_m / \Sigma R_0 \geq k_{min}$
Технічна надійність вибійного обладнання	$\Sigma q_m / \Sigma q_0 \rightarrow 1$	$\Sigma q_m / \Sigma q_0 \geq k_{min}$

Виходячи з наведеного, очевидним є те, що обґрунтування параметрів технологічних схем відпрацювання запасів з наступною оцінкою відповідних видів ресурсів при вирішенні питання про інвестування технологічних ланок є актуальним завданням для антрацитових шахт зі значними термінами служби. Троїстий характер шахти, як природної, індустріальної і економічної системи та об'єкта впровадження інновацій дає підставу для висновку про те, що і показник, який оцінює технологічну схему вуглевидобутку в низці інших повинен узагальнювати її триєдину сутність. За такий показник запропоновано потенціал технологічної

схеми шахти.

Це кількісний показник, що визначає місце шахти в низці вугільних підприємств за пріоритетністю інвестування простого або розширеного відтворення на ринкових принципах. З огляду на те, що шахта являє динамічну систему, у неї не може бути «вічних» оцінок, кожна з них дійсна лише в деякому часовому інтервалі.

За результатами виконаного аналізу визначена мета роботи, задачі досліджень та обґрунтовані методи їх вирішення.

У другому розділі розглянуто взаємовплив та кількісні характеристики продуктивних потоків, які формуються під впливом особливостей параметрів технологічних схем шахт. Перш за все узагальнено та кількісно оцінено постулат, що протягом усього терміну служби шахти розкриваються, готуються і вводяться в експлуатацію нові і, як правило, більш глибокі ділянки шахтного поля. У той же час, схеми розкриття та підготовки шахтних полів не схильні до частих корінних змін, і на тривалі терміни визначають основні параметри топології мережі та техніко-економічні показники роботи шахт.

У роботі запропоновано потокові алгоритми визначення розподілу навантажень на окремі частини мереж виробок, які формують технологічну схему шахти. Запропоновані в роботі потокові мережеві моделі є різновидом моделей оптимального програмування, важливими для планування потужності шахт у двох відношеннях. По-перше, вони відносяться до завдань розподілу видобутого вугілля. Отже, моделі цього класу мають техніко-економічний сенс для багатьох компаній, що об'єднують кілька шахт з різною забезпеченістю запасами і ресурсами. По-друге, математична структура мереж ідентична структурі інших операційних моделей. Суть моделювання полягає в припущенні, що задані кількісні характеристики надійності  $P_m$  і пропускні спроможності для кожного елемента технологічної схеми від початкової вершини  $S$  (лави) до кінцевої  $T$  (скіповий ствол). Крім того, є також вартісні функції «витрати – надійність» з усіх видів робіт, які враховуються при техніко-економічній оцінці технічних рішень. Встановлено також залежність надійності функціонування технологічної схеми шахти від кількісних характеристик надійності складових елементів і ланок. Задача зводиться до визначення оптимальних значень показників надійності, як елементів і ланок, так і технологічної схеми шахти в цілому, які перетворюють в мінімум прийнятий критерій ефективності.

Якщо дотримуватись формальної побудови технологічної схеми шахти, то потенціал схеми формується під впливом співвідношення мінімальної пропускної здатності окремої технологічної ланки  $\min(B_i)$  та максимальної пропускної здатності основної виробничої ланки  $\max(B_i)$ , що графічно зображено на рисунку 1. Тому надійність технологічної схеми шахти ( $R_t$ ) з поправкою на пропускну здатність допоміжних ланок ( $R_l$ ) при їх питомій вазі  $f_l$  буде виглядати таким чином:

$$R_t = \frac{\min(B_i)}{\max(B_i)} \pm \sum_{l=1}^{N-n} f_l R_l, \quad (2)$$

де  $N$  та  $n$  – відповідно загальна кількість виробничих процесів по шахті та кількість основних виробничих процесів.



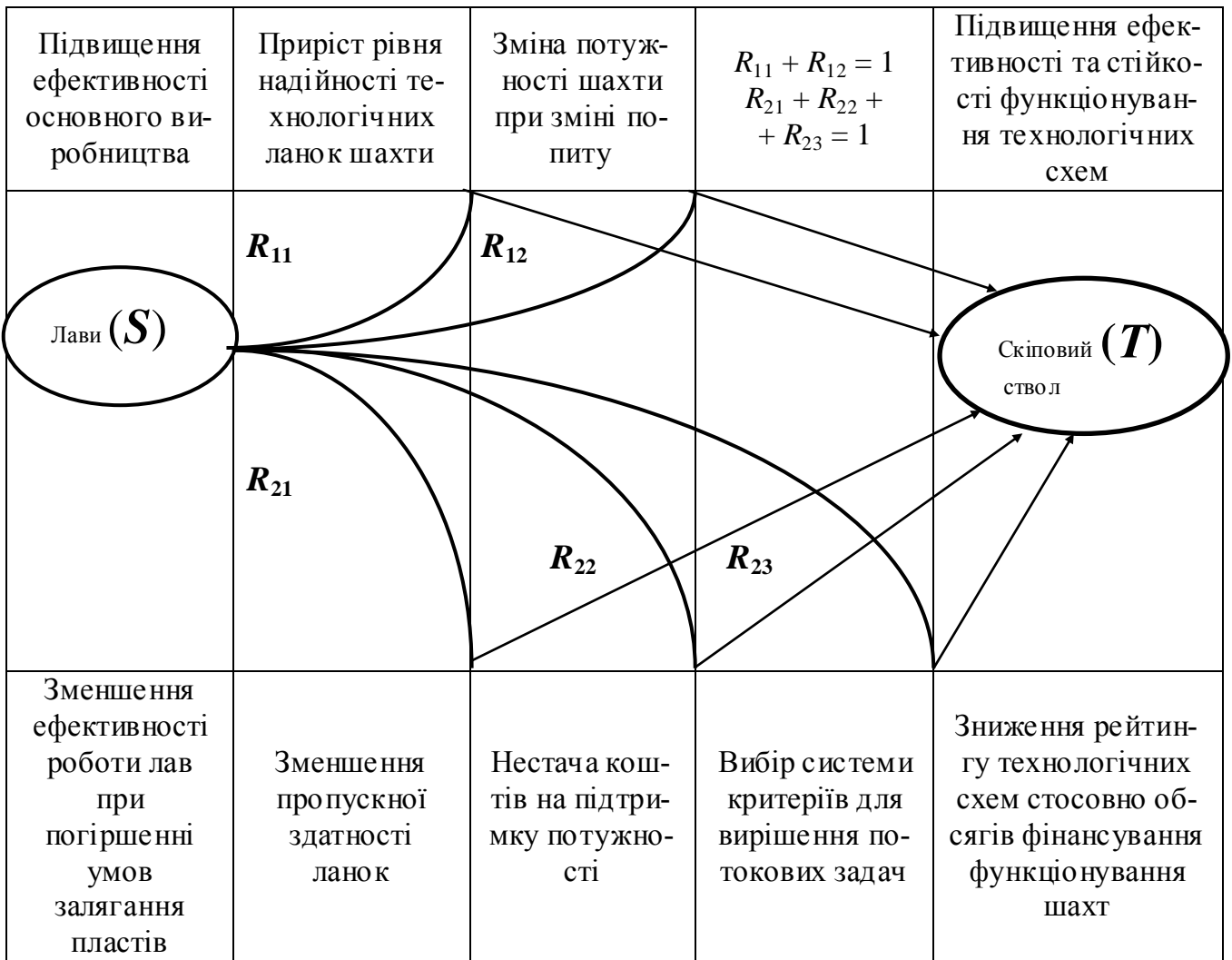


Рис. 1. Граф зміни рівня ефективності та стійкості функціонування технологічних ланок шахти

У цьому розділі дисертації розглянуто аналітичні й економічні обґрунтування рівня надійності розвитку вугільних шахт на основі принципів підтримання потужності як перспективи удосконалення технологічних схем вуглевидобутку. Як інструмент кількісної оцінки ефективності управління потенціалом і продуктивними потоками вугільних шахт використано концепції блокового програмування. Запропоновано спосіб централізованого управління ресурсним потенціалом окремих підприємств, що входять до структури окремого вуглепромислового регіону.

Наведені вище аргументи щодо централізованого управління потенціалом окремих підприємств, що входять до структури окремого вуглепромислового регіону, дають змогу кількісно оцінити вплив продуктивних потоків у процесі видобування вугілля шахтою, як природокористувачем. Оскільки виробнича діяльність є нерозривно пов'язаною із споживанням та перетворенням різних видів ресурсів, існує можливість уявити її як стійку, цілеспрямовану сукупність взаємопов'язаних видів діяльності, які за певною технологією перетворюють входи (ресурси) у виходи (вугілля).

Таким чином, принцип розкладання дозволяє поділити задачу лінійного програмування на дві (або декілька) частини й організувати взаємопов'язаний процес розв'язання задачі частинами. Вихідні рівняння (крім рівняння цільової функції) поділяють на три групи, причому байдуже, скільки і яких рівнянь потрапить в яку групу. Перша група вихідних рівнянь утворює самостійну *A*-задачу (символ «*A*» підкреслює причетність до видобутку антрацитів) разом з відповідною групою *A*-обмежень. Друга група вихідних рівнянь утворює самостійну *B*-задачу, підкреслюючи її ставлення до моделювання потоків, пов'язаних з видобутком енергетичного вугілля марки «*T*». У цьому блоці присутні й відповідні *B*-обмеження. Третя група вихідних рівнянь утворює самостійну *C*-задачу, підкреслюючи її ставлення до моделювання потоків, пов'язаних з переробкою техногенних відходів. Іншими, словами, подібного типу моделі не слід розв'язувати звичними методами, оскільки вони призначаються для задач з блоковою структурою.

З метою комплексної оцінки ефективності технологічної схеми проаналізовані наслідки виробничої діяльності підземного комплексу гірничих робіт з позиції доставки на поверхню трьох продуктивних компонентів. Вони з позицій раціонального ресурсо- і природокористування можуть бути розглянуті як чинники, які можуть спричинити негативний вплив на доцільність інвестування. Цими компонентами є вугілля, порода, вода і газ метан. Враховуючи їх динамічний характер, доцільно для математичного опису процесів переміщення вугілля (*C*), породи (*R*), газу метану (*G*) та води (*W*) уявити їх у вигляді потоків у деякій технологічній системі перетворювачів. При цьому метою перетворень є отримання основних і додаткових ресурсів сировини, а також мінімізація екологічного збитку.

Цільовою функцією такої системи прийнята максимізація вихідних параметрів (відношення перетворень) з оптимальним їх розподілом усередині системи (відношення зв'язків). Крім того, для дослідження відношення зв'язку виконана їх оптимізація, що в окремому випадку є задачею пошуку оптимального розподілу потоків вугілля між шахтами і збагачувальними фабриками. Як критерій результативності використано комплексний показник економічної  $K_e$  і функціональної  $K_\phi$  ефективності, що дозволяє ранжувати шахти з урахуванням як основних економічних показників їх діяльності, так і з точки зору негативності впливу на навколишнє середовище. Ці параметри відображають діяльність шахт регіону в плані обсягів видобутку й якості вугілля, а також видобутку і переробки породи. Більшість шахт зі значними обсягами видобутку, низькою собівартістю та високим рівнем економічної надійності мають достатньо високий рейтинг ( $< 0,8$ ) і з точки зору впливу на навколишнє середовище. Важливо відзначити, що з погляду комплексності оцінки роботи шахт, обсяг видобутку виконує достатньо важливу роль, але не вирішальну. Особливо це виявляється в плані якісних характеристик вугілля і в співвідношенні породи, що видається на поверхню і тієї, що залишається в шахті.

Виконаний аналіз дозволив зробити наступні висновки:

– розподіл інвестицій на реструктуризацію або підтримку потужності необхідно здійснювати з урахуванням рангу шахти за комплексом економічних і екологічних наслідків її роботи;

– знаходження шахти в замикальному ряду з собівартості – це необхідна, але не обов'язкова умова для її закриття, оскільки на кожному підприємстві є резерви для підвищення його економічного й екологічного рейтингу;

– шахти, які забезпечені балансовими запасами, можуть мати низький рейтинг унаслідок недостатніх інвестицій, унікального природного положення або нерационального ведення гірничого господарства.

У третьому розділі розглянуто формування потенціалу технологічних мереж шахт, як симбіоз взаємодії факторів рівня концентрації гірничих робіт, стійкості з провітрювання та взаємодії продуктивних потоків підприємства та окремих підсистем шахти. Кожний із факторів характеризується одним з показників «співвідношення пропускної здатності технологічних ланок», «обмеженість потужності за фактором вентиляції», «щільність продуктивних потоків» тощо. Доведено, що всі фактори впливу на рівень внутрішнього потенціалу технологічної мережі самі є синтетичними, висвітленими внаслідок взаємодії цілої низки проявів природної компоненти та виробничо-господарської діяльності шахти. Практично всі фактори, що характеризують гірничо-геологічні умови, технологічні умови видобутку, показники ділової активності значною мірою залежать від специфіки діяльності шахти та її галузевої приналежності, що обумовлює наявність не тільки функціональних зв'язків між факторами при формуванні потенціалу, а й аналітичних, які є досить суттєвими. Встановлення таких зв'язків дозволило виявити внутрішні складові технічного потенціалу, які безпосередньо й утворюють технічний потенціал топологічної мережі шахти. Тому можна стверджувати, що внутрішній потенціал технологічної мережі шахти являє собою результат одночасно діючих і взаємозалежних факторів як першого, так і другого, третього і наступних порядків.

Враховуючи викладене, в роботі розглянуто 10 факторних ознак, які визначають формування головної характеристики потенціалу мережі гірничих виробок – зведений показник внутрішнього потенціалу, що характеризує протяжність і структуру гірничих виробок  $k_k$ , не як функціональну залежність, а як вартісний параметр EVA – наслідка взаємодії факторів економічної діяльності вугільної шахти в конкретних гірничо-геологічних і технологічних умовах (рис. 2).

Для побудови рівняння множинної регресії, що описує показник «внутрішній потенціал технологічної схеми», використано покроковий метод введення змінних до рівняння регресії. У результаті використання даного методу отримана наступна аналітична залежність для групи антрацитових шахт:

$$k_k = 416P + 41V - 1970L - 12222 \rightarrow \max \quad (3)$$

де  $k_k$  – зведений техніко-економічний показник потенціалу технологічної мережі;  $P$  – продуктивність праці робітника з видобутку, т/міс;  $V$  – річне посування очисної лінії, м;  $L$  – коефіцієнт, що характеризує протяжність гірничих виробок і довжину очисної лінії.

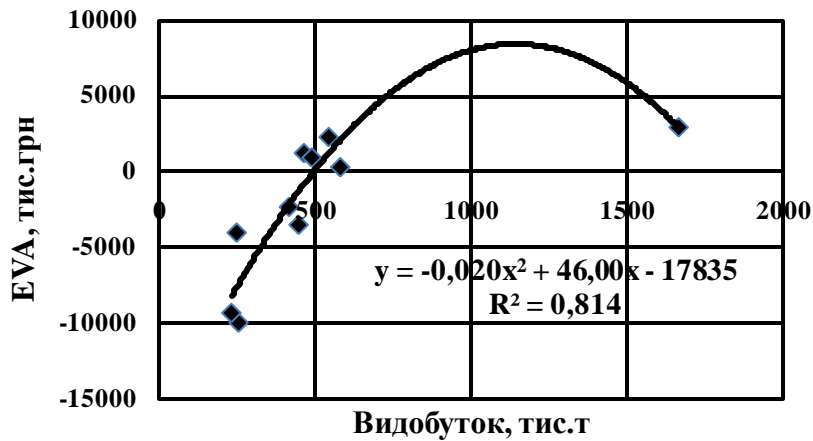


Рис. 2. Залежність вартісного параметра EVA від видобутку вугілля

Очевидно, що досягнення максимальної величини потенціалу залежить, насамперед, від співвідношення величин  $L$ ,  $P$ ,  $V$  і  $S$ . Крім того, враховано той факт, що максимізація показника «внутрішній технічний потенціал» досягається при мінімізації «співвідношення пропускної здатності технологічних ланок», «обмеженості потужності за фактором» і «щільності продуктивних потоків» відповідно. Компромісне рішення задачі полягатиме у виборі єдиного варіанту у безлічі ефективних рішень («паретовських точок»), відображення яких лежать на компромісній кривій.

Дослідження функціональних і кореляційних зв'язків між змінними у рівняннях дозволило встановити нові аналітичні залежності, які в сукупності з існуючими функціональними залежностями між різними виробничими характеристиками діяльності шахти дозволили отримати модель визначення значень основних параметрів технологічної схеми шахти. При цьому до отриманої моделі вводять додаткові обмеження, відповідні смисловим значенням кожної змінної й обмежують пошук рішення в зоні безлічі Парето для змінних  $P$ ,  $V$  та  $L$ .

З точки зору управління потенціалом технологічних схем розвиток шахти в часі та просторі є об'єктивною необхідністю і спочатку обумовлено істотною властивістю вугільних пластів – їх невідтворюваністю. Все різноманіття конкретних форм розвитку окремих шахт можна звести до збереження або зміни потужності та зміни меж гірничого відводу, якщо передбачено об'єднання декількох шахт гірничими роботами. Не виключена тимчасова відмова від відпрацювання складних ділянок гірничого відводу чи видобутку вугілля з високою зольністю.

Моделювання потенціалу технологічної схеми передбачає використання двох критеріїв – максимум EVA при заданих можливостях технологічних ресурсів і мінімум витрат на видобуток. Зокрема, мінімізація витрат на видобуток при можливому зниженні потужності шахти зводиться до знаходження вектору  $\alpha(L, V, P, S)$ :

$$F(L, V, P, S) = \min_u \bar{F}(L, V, P, S), \quad (4)$$

де  $\beta\{L_{11}, L_{12}, \dots, L_{1T}, V_{21}, V_{22}, \dots, V_{2T}, P_{31}, P_{32}, \dots, P_{3T}, S_{41}, S_{42}, \dots, S_{4T}\}$  – вектор, перші компоненти

якого  $L_{11}, L_{12}, \dots, L_{1T}$  відповідають можливостям шахти регулювати довжину очисної лінії; наступні компоненти  $V_{21}, V_{22}, \dots, V_{2T}$  – можливості шахти з регулювання посування лав;  $P_{31}, P_{32}, \dots, P_{3T}$  – можливості шахти з регулювання чисельності робочої сили і  $S_{41}, S_{42}, \dots, S_{4T}$  – можливі ліміти зміни собівартості 1 т.

У четвертому розділі запропоновано представляти рівень потенціалу технологічної схеми шахти 4 складовими: інноваційною, параметром надійності еволюційного розвитку на основі кластерного аналізу місця шахти в низці шахт даного регіону, економічною надійністю та ступенем керованості технологічними ресурсами шахти в плані «тіньової оцінки» цих ресурсів.

Аналіз перспектив збереження сталого розвитку технологічної схеми шахти виконаний за допомогою імітаційного моделювання з метою аналізу динаміки результатів щодо підготовки запасів до виймання. Такий спосіб роботи з імітаційною моделлю практично зближує її з моделями оптимального програмування на тлі осмисленого алгоритмічного опису правил дії об'єктів шахти та їх структур (рис. 3).



Рис. 3. Схема руху запасів при змінних швидкостях посування лав

Однією з відмінних особливостей пропонованої в дисертації методики комбінованого управління процесами простого та розширеного відтворення потенціалу технологічних схем шахт галузі є механізм регулювання ресурсного потенціалу шахт. Причому, такий підхід суттєво універсальний, оскільки застосовний до збиткових державних підприємств і до підприємств, що знаходяться у приватній власності. Незалежно від форми власності процедура градієнтного скорочення ліміту по технологічних ресурсах і регулювання величини функціонала до значень, що наближають результати роботи шахти до можливого порогу беззбитковості, є загально визнаною формою аналізу результатів моделювання на чутливість.

Комплексна оцінка за чотирма вказаними вище напрямками дозволяє мінімізувати цільову функцію тільки за одним показником, нехай навіть і досить синтетичним, як наприклад, собівартість видобутку вугілля. Також недостатньою є оцінка за технічними характеристиками: виробничою потужністю підприємства, залишковими геологічними запасами. В роботі пропонується для практичного користування композиційно з'єднати три компоненти кількісної оцінки стану те-

хнологічної схеми шахти ( $V, K i P$ ), скорегувавши їх суму параметром  $E$  – ймовірністю еволюційного розвитку підприємства. Тобто, структуру паспорта технологічної схеми шахти можна навести так:

$$M_i = (V_i + K_i + P_i) \cdot E_i.$$

У табл. 2 наведено характеристики паспорта технологічних схем 12 антрацитових шахт.

Таблиця 2 – Потенціал технологічних схем групи антрацитових шахт

№	Шахта	Складові потенціалу технологічного паспорта				Рівень паспорта технологічної схеми
		Ймовірність		Надійність		
		еволюційна	інноваційна	економічна	ресурсна	
Шахтарсько-Торезький регіон						
1	«Шахтарська-Глибока»	0,68	2,53	0,91	1,34	3,25
2	«Прогрес»	0,78	2,53	1,95	1,33	4,53
3	«Зоря»	0,35	1,95	0,95	0,72	1,27
Довжансько-Ровенецький регіон						
4	«Комсомольська»	0,80	3,65	3,80	0,72	6,54
5	«Партизанська»	0,25	2,34	0,82	1,55	1,18
6	№81 «Київська»	0,81	3,37	1,73	1,20	5,10
7	ім. Фрунзе	0,87	3,70	5,28	0,83	8,53
8	ім. Космонавтів	0,82	2,90	1,56	1,07	4,53
9	1-2 «Ровенківська»	0,28	1,76	0,74	0,71	0,90
10	ім. Дзержинського	0,61	1,73	0,80	1,20	2,27
11	«Центросоюз»	0,69	4,26	1,85	1,36	5,15
12	«Луганська»	0,03	1,43	0,70	0,40	0,08

Таким чином, при сумісному використанні цих показників можна кількісно оцінити можливості забезпечення даною технологічною схемою заданих обсягів видобутку. Крім того, рівень (паспорт) технологічної схеми дозволяє бачити рівень інвестицій для підтримки кожної тонни встановленої потужності.

У реальних умовах максимальний рівень приватизаційного паспорта не може перевищувати 10 – 12 балів. Чим ближче величина цього показника до 10, тим привабливіше ця шахта для приватизації, корпоративного відпрацювання запасів і тим менше необхідно витрат на прирощення кожної тонни потужності.

Сенс технологічного паспорта полягає в тому, що він становить комплексну оцінку шахти за сукупністю її технічного рівня і проявом особливостей топології аж до рішень з диверсифікації гірничого виробництва, що стосується переробки техногенних відходів шахт і збагачувальних фабрик.

## ВИСНОВКИ

У дисертації, що є завершеною науково-дослідною роботою, поставлено і вирішено актуальне науково-практичне завдання, яке полягає в розробці теоретичних аспектів системного рішення та вдосконалення механізму оцінки стану тех-

нологічних схем вугільних шахт на основі врахування впливу продуктивних потоків на інноваційну привабливість підприємств, що дозволяє виявити природу складних взаємозв'язків між основними технологічними ресурсами та розкрити внутрішні резерви об'єкта дослідження.

Основні результати досліджень, виконаних у дисертаційній роботі, наступні.

1. Накопичення кризових явищ у низці регіонів Донбасу (Центральному, Горезько-Сніжнянському, Шахтарському та ін.) значною мірою зумовлено вичерпанням якісних промислових запасів на тлі деконцентрації гірничих робіт, що породжує нерациональне використання обмежених ресурсів. У цьому зв'язку в роботі відібрана система факторів, що впливають на ефективність технологічних схем шахт з урахуванням особливостей їх просторового розташування й адресної концентрації інвестицій при постійній оцінці запасів, що залишилися в конкретному шахтному полі.

2. Доведено, що категорія «потенціал технологічної схеми» найбільшою мірою обумовлюється головною властивістю вугільної шахти – розвитком у просторі. Темп розвитку визначається індустріальними факторами (діяльністю людини) і залежить від багатьох причин. Найбільш дієвим способом рішення задачі з оцінки стану шахти є багатокритеріальний метод Парето. Досягнення оптимальних значень параметрів технологічної схеми означає повну реалізацію економічного потенціалу шахти, тобто гранично досяжного (еталонного) рівня, оскільки досягнення саме цього рівня робить технологічну схему шахти сприйнятливою до інновацій.

3. Встановлено, що стосовно до вугільних шахт практично відсутня система кількісної оцінки стану технологічних схем, а існуючим розрізненим характеристикам схем притаманні принципові помилки. Тому у роботі вперше запропоновано механізм співвідношення оцінки якості технологічної схеми шахти відносно до інновацій з урахуванням інтенсивності продуктивних потоків, що формуються під час видобування вугілля. При цьому ці потоки часто мають змінну інтенсивність – чи це зміна попиту на вугілля, чи екстенсивне відтворення на шкоду інноваційним перевагам.

4. Доведено, що потокові мережеві моделі доцільні для планування потужності шахт у напрямках розподілу видобутого вугілля залежно від обсягів та якості запасів, що залишилися у шахтному полі. Крім того, математична структура мереж допускає застосування загального глибокого методу аналізу за наявності обмежених пропускних можливостей ланок графу. Крім цього, запропонована блоково-діагональна структура оцінки дієздатності технологічних схем, при якій витрата ресурсів з підтримання потужності та посування лав, або посування лав і рівня концентрації гірничих робіт зосереджена в окремих блоках. Це дозволило поділити задачу лінійного програмування на дві (або декілька) частини й організувати взаємопов'язаний процес розв'язання задачі частинами.

5. У роботі запропоновано критерій, що інтегрує співвідношення обсягів і якості вугілля, переробки породи і за необхідності міри використання шахтної води та метану. Виконаний аналіз роботи 12 антрацитових шахт показав дієвість запропонованого підходу з визначення рангу шахт для обґрунтування адресності інвестицій у технологічні ланки шахт. Доведена доцільність використання ком-

плексного показника економічної  $K_e$  і функціональної  $K_\phi$  ефективності.

6. Вперше доведено, що задача формування потенціалу технологічних схем шахт зводиться до відбору факторів, які б найбільш адекватно відображали головну характеристику мережі гірничих виробок – показник внутрішнього потенціалу, що характеризує протяжність і структуру гірничих виробок  $k_k$  не як функціональну залежність, а як параметр EVA (додана вартість) – наслідок взаємодії факторів діяльності вугільної шахти в конкретних гірничо-геологічних і технологічних умовах. Формування внутрішнього потенціалу технологічної мережі шахти описується багатофакторним рівнянням, складові якого  $P$  – продуктивність праці робітника з видобутку, т/міс;  $V$  – річне посування очисної лінії, м;  $L$  – коефіцієнт, що характеризує протяжність гірничих виробок і довжину очисної лінії.

7. Критичним рівнем техніко-економічного потенціалу шахти вважається нульове значення інтегрального показника «економічна додана вартість», що означає неможливість виживання. Негативне значення потенціалу технологічної схеми означає неможливість функціонування шахти в умовах ринкових відносин і його банкрутство з необхідністю закриття. При цьому техніко-економічні показники в результаті коливання потужності підприємства не можуть бути попередньо розраховані вичерпно точно. Для прийняття кінцевого рішення пропонується розрахувати величину пов'язаного з ним ризику і порівняти її з розрахунковим ефектом. У цьому випадку в роботі використано два критерії – максимум EVA при заданих можливостях технологічних ресурсів і мінімум витрат на видобуток.

8. Для аналізу перспектив збереження сталого розвитку технологічної схеми шахти в роботі використано імітаційне моделювання, що дозволило оцінити динаміку результатів у плані зміни обсягу запасів, підготовлених до виймання. Такий спосіб роботи з імітаційною моделлю практично зближує її з моделями оптимального програмування на тлі осмисленого алгоритмічного опису правил дії об'єктів шахти та їх структур.

9. Вперше запропоновано представляти рівень потенціалу технологічної схеми шахти чотирма складовими: інноваційною, параметром надійності еволюційного розвитку, економічною надійністю та ступенем керованості технологічними ресурсами шахти в плані «тіньової оцінки» цих ресурсів. Комплексна оцінка стану технологічної схеми шахти за чотирма напрямками дозволяє суттєво збільшити рівень об'єктивності кінцевого результату на рівнянні з оцінкою тільки одним показником. У реальних умовах максимальний рівень приватизаційного паспорта технологічної схеми не перевищує 10–12 балів. Чим ближче величина цього показника до 10, тим привабливіше ця шахта для приватизації, корпоративного відпрацювання запасів і тим менше необхідно витрат на прирощення кожної тонни потужності.

10. Основні положення роботи використано при розробці методичних рекомендацій при плануванні розвитку гірничих робіт шахт ДП «Торезантрацит» і «ДТЕК Свердловантрацит». Розрахунки показали, що потенціал технологічних схем антрацитових шахт може бути збережений за рахунок політики адресного інвестування підприємств залежно від забезпеченості запасами.



**Основні положення і результати дисертації опубліковані в наступних роботах:**

1. Мамайкин А.Р. Исследование состояния выемочных штреков при отработке сближенных пластов Западного Донбасса / В.И. Бузило, В.Е. Васильев, А.Р. Мамайкин [и др.] // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, 2004. – Вып. 87. – С. 32 – 34.

2. Мамайкин А.Р. Обоснование схемы расчета напряжений в элементах трубчатого анкера / И.А. Ковалевская, А.Р. Мамайкин, Д.В. Мальцев // Науковий вісник НГУ. – 2007. – № 5. – С. 29 – 31.

3. Мамайкин А.Р. Исследование способа охраны подготовительных выработок полосами переменной жесткости / В.Ю. Медяник, В.Н. Яворский, А.Р. Мамайкин [и др.] // Науковий вісник НГУ. – 2007. – № 6. – С. 33 – 37.

4. Мамайкин А.Р. Исследование влияния интенсификации добычи угля на технологические параметры / Р.Е. Дычковский, В.П. Расстрига, А.Р. Мамайкин [и др.] // Науковий вісник НГУ. – 2007. – № 9. – С. 19 – 23.

5. Мамайкін О.Р. Дослідження впливу геомеханічних параметрів вуглевміщуючого масиву слабких порід на здимання підосви виробки / І.А. Ковалевська, О.Р. Мамайкін, В.В. Фомичов // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 7. – С. 32 – 35.

6. Мамайкін О.Р. Дослідження впливу опорних елементів кріплення на стан порід підосви підготовчої виробки / В.М. Почепов, В.В. Фомичов, О.Р. Мамайкін // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 8. – С. 47 – 50.

7. Мамайкін. О.Р. Розрахунок величин вдавлювання стояків рамного кріплення у слабкі породи підосви пластової виробки / І.А. Ковалевська, О.В. Вівчаренко, О.Р. Мамайкин [та ін.] // Науковий вісник НГУ. – 2009. – № 4. – С. 47 – 50.

8. Мамайкин А.Р. Обоснование критериев оценки эксплуатационной пригодности подготовительной выработки / И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, А.Р. Мамайкин // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 1. – С. 17 – 19.

9. Мамайкин А.Р. Особенности отработки маломощных пластов в условиях Западного Донбасса / С.Л. Денисов, А.Р. Мамайкин, А.В. Яворский // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 7 – 8. – С. 18 – 21.

10. Мамайкін О.Р. Математичні методи моделювання взаємодії кріплення та гірського масиву при вирішенні задач геомеханіки / В.В. Лапко, О.Р. Мамайкін, В.В. Фомичов // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць – Д.: ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України, 2011. – Вип. 94. – С. 116 – 121.

11. Mamaykin A. Methods of calculation of pressing value of frame support's props / A. Mamaykin, V. Lapko & L. Tokar // New Techniques and Technologies in Mining: annual scientific – technical collection. – Netherlands: CRC Press / Balkema, 2010. – P. 255 – 258.

12. Mamaykin A. Ecological aspects of the quantitative assessment of productive streams of coal mines / S. Salli, A. Mamaykin // Geomechanical Processes During Underground Mining: annual scientific-technical collection. – Netherlands: CRC Press/Balkema, 2012. – P. 115 – 118.

13. Mamaykin A. Inner potential of technological networks of coal mines / S. Salli, A. Mamaykin, S. Smolanov // Mining of Mineral Deposits: annual scientific-

technical collection. – Netherlands: CRC Press/Balkema, 2013. – P. 243 – 246.

14. Пат. 86462 Україна, МПК E21C 37/00. Спосіб роздільного виймання тонких та вельми тонких пластів вугілля і породи / Бондаренко В.І., Дичковський Р.О., Ковалевська І.А., Медяник В.Ю., Руських В.В., Фальштинський В.С., Денисов С.Л., Мамайкін О.Р.; заявник та патентовласник Національний гірничий університет. – №а200705790; заявл. 24.05.2007; опубл. 27.04.2009, Бюл. №8.

15. Мамайкин А.Р. Экспериментальное исследование состояния подготовительных выработок с увеличенным отпором крепи / А.Р. Мамайкин, Г.Н. Згурский // Школа подземной разработки : матер. междунар. науч.-практ. конф., 17-22 сентября 2007 г. – Д.: НГУ, 2007. – С. 337 – 341.

16. Мамайкин А.Р. Лабораторные исследования свойств пород почвы горных выработок шахт Западного Донбасса / В.И. Бузило, А.Г. Кошка, А.Р. Мамайкин // Форум гірників: матер. міжнар. конф. – Д.: РВК НГУ, 2007. – Ч.1. – С. 50 – 55.

17. Мамайкин А.Р. Обоснование исходных положений вычислительных экспериментов по исследованию перемещений контура пластовой выработки И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, А.Р. Мамайкин // Форум гірників: матер. міжнар. конф. – Д.: РВК НГУ, 2008. – Ч.1. – С. 102 – 107.

18. Мамайкин А.Р. Экспериментальные исследования перемещений опор стоек пластовой выработки / И.А. Ковалевская, В.Н. Почепов, А.Р. Мамайкин // Школа подземной разработки : матер. междунар. науч.-практ. конф., 13-19 сентября 2009 г. – Д.: НГУ, 2009. – С. 392 – 397.

19. Мамайкин А.Р. К методике расчета величины вдавливания стоек рамной крепи / В.Н. Почепов, Л.Я. Фомичова, А.Р. Мамайкин [и др.] // Szkola Eksploatacji Podziemnej: матер. междунар. конф, 22-26 февраля 2010 г. – Краков, 2010. – С. 517 – 522.

20. Maмайkin A. Concerning Methods Of Estimation Of Prop-And-Bar System Legs Forcing [Electronic resource] / O. Maмайkin, V. Lapko, L. Tokar [etc.] // Наукова весна: І наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених НГУ, 20 травня 2010 р. – Д.: НГУ, 2010.

21. Мамайкин А.Р. Влияние на адекватность и точность решения задач геомеханики математических методов, используемых при моделировании взаимодействия крепи и горного массива / В.В. Лапко, А.Р. Мамайкин, В.В. Фомичев // Форум гірників : матер. міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2011. – С. 109 – 113.

22. Мамайкин А.Р. Методические основы синтезирования топологических сетей угольных шахт / С.В. Салли, А.Р. Мамайкин // Школа подземной разработки : матер. междунар. науч.-практ. конф., 02-08 октября 2011 г. – Д.: НГУ, 2011. – С. 319 – 327.

23. Мамайкін О.Р. Обґрунтування параметрів опорних елементів кріплення підготовчої виробки / О.Р. Мамайкін, В.М. Почепов, В.В. Фомичов [та ін.] / Проблеми горного дела и экологии горного производства: матер. VIII междунар. науч.-практ. конф., 25-26 апреля 2013г. – Донецк: Світ книги, 2013. – С. 51 – 56.

24. Мамайкин А.Р. Технологический регламент крепления и охраны выемочных выработок на пологих пластах Донбасса: науч.-практ. пособие / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович [и др.] – Д.: ТОВ «ЛізуновПрес», 2013. – 106 с.

**Особистий внесок здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві:** [1 – 10, 15] – обґрунтування параметрів технологічних схем очисних та підготовчих виробок, схем вентиляції та транспортування, встановлення закономірностей і побудова кореляційних залежностей; [11 – 14] – розробка аналітичного апарата до багатокритеріальної оцінки взаємовпливу внутрішніх складових технологічних схем шахт для управління процесами збереження потужності; [16 – 23] – розробка механізму кількісної оцінки ефективності технологічних схем, обґрунтування методики кількісної оцінки параметрів технологічних схем при плануванні розвитку гірничих робіт.

## АНОТАЦІЯ

Мамайкін О.Р. Обґрунтування параметрів технологічних схем антрацитових шахт для їх адаптації до інновацій. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – «Підземна розробка родовищ корисних копалин». Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», МОН України, Дніпропетровськ, 2014.

Дисертація присвячена актуальним проблемам управління параметрами, що визначають ефективність функціонування технологічних схем відпрацювання запасів на шахтах зі значними термінами служби.

За результатами виконаних досліджень встановлено, що для отримання комплексної оцінки стану й потенціалу технологічних схем вугледобування окремої шахти необхідно враховувати «ціну» параметрів відпрацювання в процесі адресного інвестування з метою побудови комплексної моделі оптимізації приросту потужності. Дослідження показали, що в нинішніх умовах неефективність роботи шахт потребує більш ефективних методів розвитку технологічних схем у часі і просторі та визначення потенціалу технологічної схеми в динаміці розвитку в просторі. Показана доцільність математичного опису процесів переміщення вугілля ( $C$ ), породи ( $R$ ), газу метану ( $G$ ) та води ( $W$ ), наведення їх у вигляді потоків для чого запропоновано критерій, який інтегрує співвідношення обсягів і якості вугілля, переробку породи і, за необхідності, ступінь використання шахтної води та метану. Доведено, що задача формування потенціалу технологічних схем шахт зводиться до відбору факторів, які б найбільш адекватно відображали головну характеристику мережі гірничих виробок – показник внутрішнього потенціалу. Він характеризує протяжність і структуру гірничих виробок не як функціональну залежність, а як параметр ефективності, як наслідок взаємодії факторів діяльності вугільної шахти в конкретних гірничо-геологічних і технологічних умовах. Запропонована методика комплексної оцінки стану технологічної схеми шахти за чотирма напрямками, що дозволяє суттєво збільшити рівень об'єктивності кінцевого результату. В реальних умовах максимальний рівень приватизаційного паспорта технологічної схеми не перевищує 10 – 12 балів. Чим ближче величина цього показника до 10, тим привабливіше ця шахта для приватизації, корпоративного відпрацювання запасів і тим менше необхідно витрат на прирощення кожної тонни потужності.

*Ключові слова:* вугільна шахта, технологічна схема, потенціал, продуктивні потоки, виробничі ресурси, паспорт шахти.

## АННОТАЦИЯ

Мамайкин А.Р. Обоснование параметров технологических схем антрацитовых шахт для их адаптации к инновациям. На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02 – «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», МОН Украины, Днепропетровск, 2014.

Диссертация посвящена актуальным проблемам управления параметрами, определяющими эффективность технологических схем доработки оставшихся запасов шахт со значительными сроками службы.

Установлено, что относительно угольных шахт практически отсутствует система количественной оценки состояния технологических схем, а существующим разрозненным характеристикам шахт присущи принципиальные ошибки. Поэтому в работе предложен механизм оценки качества технологической схемы шахты относительно инноваций с учетом интенсивности продуктивных потоков, которые формируются в процессе добычи угля. При этом эти потоки часто имеют переменную интенсивность – будь это переменный спрос на уголь, либо экстенсивные преобразования в ущерб инновационным преимуществам. Результатом производственной деятельности подземного комплекса горных работ является доставка на поверхность трех производительных компонентов, которые с позиций рационального ресурсо- и природопользования могут быть рассмотрены как факторы, которые могут оказывать негативное влияние на уровень технологической схемы с точки зрения целесообразности инвестирования. В работе предложен критерий, который интегрирует соотношение объемов и качества угля, переработку породы и при необходимости степень использования шахтной воды и метана.

В диссертационной работе показано, что категория «потенциал технологической схемы» в наибольшей степени определяется индустриальными факторами, но необходимость развития задана природой и не может быть исключена или чем заменена, даже если будет изменена технология производственного процесса. При этом достижение оптимальных значений параметров технологической схемы означает полную реализацию экономического потенциала шахты, т.е. предельно достижимого (эталонного) уровня, поскольку достижение именно этого уровня делает технологическую схему шахты восприимчивой к инновациям.

Предложена процедура формирования потенциала технологических схем шахт, которая сводится к отбору факторов, определяющих главную характеристику сети горных выработок – показатель внутреннего потенциала, характеризующий протяженность и структуру горных выработок. Кроме того, учтен тот факт, что максимизация показателя «внутренний технический потенциал» достигается при минимизации показателей «соотношение пропускной способности технологических звеньев», «ограниченность мощности по фактору» и «плотность производительных потоков» соответственно.

В работе предложено представлять уровень потенциала технологической схемы шахты четырьмя составляющими: инновационной, параметром надежности эволюционного развития на основе кластерного анализа места шахты в ряду

шахт данного региона, экономической надежностью и степенью управляемости технологическими ресурсами шахты в плане «теневого оценки» этих ресурсов. Это позволяет существенно увеличить уровень объективности конечного результата в сравнении с оценкой только одним показателем. В реальных условиях максимальный уровень приватизационного паспорта технологической схемы не превышает 10 – 12 баллов. Чем ближе величина этого показателя до 10, тем привлекательнее эта шахта для приватизации, корпоративной отработки запасов и тем меньше необходимо затрат на приращение каждой тонны мощности.

*Ключевые слова:* угольная шахта, технологическая схема, потенциал, продуктивные потоки, производственные ресурсы, паспорт шахты.

## ABSTRACT

Mamaikin O.R. Substantiation of parameters for anthracite mine processing route in terms of their adapting to innovations. – Manuscript.

Thesis of a scientific degree of Candidate of Technical Sciences on a specialty 05.15.02 – “Underground mining of mineral deposits”. State Higher Educational Institution “National Mining University”, Ministry of Education of Ukraine, Dnipropetrovsk, 2014.

The thesis concerns topical problems of controlling the parameters to determine efficiency of processing routes for operation of long-life performance mines.

The thesis highlights that complex assessment of conditions and potential of coal-mining processing route in terms of certain mine requires involving a “cost” of mining parameters in the process of target investment to develop complex model for increment optimization. Research shows that today inefficiency of mines needs more efficient methods for processing routes development in time and space and determination of processing route potential in development space dynamics. Expediency of mathematical description of processes of movement for coal ( $C$ ), rock ( $R$ ), methane ( $G$ ), and water ( $W$ ) is shown; they are explained in terms of flows. To do that a criterion integrating correlation of coal volumes and grade, rock processing and a level of mine water and methane use is proposed. It is verified that a problem of mines processing route potential formation is reduced to selection of factors being the most adequate to reflect the key characteristic of mine workings network that is index of internal potential. It characterizes length and structure of mine workings not as functional dependence but as efficiency parameters, as a result cooperation of coal mine activity factors under specific mining and technological conditions. A technique for complex assessment of a mine processing route is proposed. It involves four criteria making it possible to increase a level of result validity. Under real conditions maximum level of privatization certificate of processing route cannot be more than 10 to 12 points. The closer the value is to 10, the more attractive the mine is for privatization and corporate mining. Thus, the less expenses for each ton of capacity increment is required.

*Key-words:* coal mine, processing route, potential, productive flows, production resources, mine certificate.

**Мамайкін Олександр Рюрікович**

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ  
АНТРАЦИТОВИХ ШАХТ ДЛЯ ЇХ АДАПТАЦІЇ ДО ІННОВАЦІЙ**

(Автореферат)

Підписано до друку 23.09.14. Формат 60x90/16.  
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 0,9.  
Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. №64

Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»  
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К Маркса, 19